

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-217006

(P2001-217006A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 M 10/40

識別記号

F I

H 0 1 M 10/40

テームコード(参考)

A 5 H 0 2 9

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-128242(P2000-128242)

(22) 出願日 平成12年4月27日 (2000. 4. 27)

(31) 優先権主張番号 特願平11-334959

(32) 優先日 平成11年11月25日 (1999. 11. 25)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005278

株式会社ブリヂストン

東京都中央区京橋1丁目10番1号

(72) 発明者 大月 正珠

東京都武蔵村山市中藤3-36-5

(72) 発明者 遠藤 茂樹

埼玉県所沢市下安松1045-2-203

(72) 発明者 荻野 隆夫

埼玉県所沢市東町11-1-906

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非水電解液二次電池

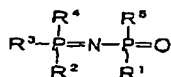
(57) 【要約】

【課題】 電池として必要とされる電池容量等の電池特性を維持しつつ、自己消火性ないし難燃性、耐劣化性、長期安定性、低温放電特性に優れ、容易に製造可能で非水電解液の界面抵抗の低い非水電解液二次電池の提供。

【解決手段】 正極と、負極と、支持塩及び25℃における比誘電率が小さくとも15で、かつ、粘度が大きくとも20 mPa・s (20 cP) のホスファゼン誘導体を含有する非水電解液と、を有することを特徴とする非水電解液二次電池である。ホスファゼン誘導体の25℃における比誘電率が、小さくとも30である態様、ホスファゼン誘導体の引火点が、100℃以上である態様、ホスファゼン誘導体が、下記一般式(1)で表わされる態様、ホスファゼン誘導体が、分子構造中にハロゲン元素を含む置換基を有する態様等が好ましい。

一般式(1)

【化1】



【特許請求の範囲】

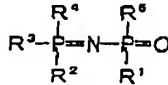
【請求項 1】 正極と、負極と、支持塩及び 25℃における比誘電率が小さくとも 15 で、かつ、粘度が大きくとも 20 mPa・s (20 cP) のホスファゼン誘導体を含有する非水電解液と、を有することを特徴とする非水電解液二次電池。

【請求項 2】 ホスファゼン誘導体の 25℃における比誘電率が、小さくとも 30 である請求項 1 に記載の非水電解液二次電池。

【請求項 3】 ホスファゼン誘導体の引火点が、100℃以上である請求項 1 又は 2 に記載の非水電解液二次電池。

【請求項 4】 ホスファゼン誘導体が、下記一般式 (1) で表わされる請求項 1 から 3 のいずれかに記載の非水電解液二次電池。一般式 (1)

【化 1】



但し、一般式 (1) において、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、及び、 R^5 は、炭素数 1～8 のアルコキシ基又はエーテル結合を含む基を表す。

【請求項 5】 ホスファゼン誘導体が、分子構造中にハロゲン元素を含む置換基を有する請求項 1 から 4 のいずれかに記載の非水電解液二次電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、従来の非水電解液二次電池と同様の電池容量等の電池特性を維持しつつ、自己消火性ないし難燃性、耐劣化性に優れ、非水電解液の界面抵抗が低く、更に溶媒としてホスファゼン誘導体のみを用いることにより、長期安定性に優れ、容易に製造可能で低温放電特性に優れた非水電解液二次電池に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、特に、パソコン・VTR等のAV・情報機器のメモリーバックアップやそれらの駆動電源用の二次電池としては、ニカド電池が主流であった。近年、高電圧・高エネルギー密度という利点を有し、かつ、優れた自己放電性を示すことから、ニカド電池に代替するものとして非水電解液二次電池が非常に注目され、種々の開発が試みられて、その一部は商品化されている。例えば、ノート型パソコンや携帯電話等は、その半数以上が非水電解液二次電池によって駆動している。

【0003】これらの非水電解液二次電池においては、負極を形成する材料としてカーボンが多用されているが、その表面にリチウムが生成した場合の危険性の低減及び高駆動電圧化を目的として、各種有機溶媒が電解液として使用されている。又、カメラ用の非水電解液二次電池としては、負極材料としてアルカリ金属（特に、リ

チウム金属やリチウム合金）等が用いられているため、その電解液としては、通常エステル系有機溶媒等の非プロトン性有機溶媒が使用されている。

【0004】しかし、前記非水電解液二次電池は、高性能ではあるものの、安全性において以下のように問題があった。まず、リチウム金属やリチウム合金等は、水分に対して非常に高活性であるため、例えば電池の封口が不完全で水分が侵入した際等には、負極材料と水とが反応して水素が発生したり、発火する等の危険性が高いという問題があった。

【0005】また、リチウム金属は低融点（約 170℃）であるため、短絡時等に大電流が急激に流れると、電池が異常に発熱して電池が溶融する等の非常に危険な状況を引き起こすという問題があった。更に、電池の発熱につれ前述の有機溶媒をベースとする電解液が気化・分解してガスを発生したり、発生したガスによって電池の破裂・発火が起こるという問題があった。

【0006】前記問題を解決するため、例えば、筒形電池において、電池の短絡時・過充電時に温度が上がって電池内部の圧力が上昇した際に、安全弁が作動すると同時に電極端子を破断させることにより、該筒型電池に、所定量以上の過大電流が流れることを抑止する機構を電池に設けた技術が提案されている（日刊工業新聞社、「電子技術」1997年39巻9号）。

【0007】しかし、前記機構が常に正常に作動すると信頼できるわけではなく、正常に作動しない場合には、過大電流による発熱が大きくなり、発火等の危険な状態となることが懸念されるため問題が残る。

【0008】前記問題を解決するためには、前述のように安全弁等の付帯的部品を設けることによる安全対策ではなく、根本的に高い安全性を有すると共に、従来の非水電解液二次電池と同様の優れた電池容量等の電池特性を有し、長期安定性に優れ、かつ、容易に製造可能な非水電解液二次電池の開発が要求されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前記従来における諸問題を解決、又は、諸要求に応え、以下の目的を達成することを課題とする。即ち、本発明は、電池として必要とされる電池容量等の電池特性を維持しつつ、自己消火性ないし難燃性、耐劣化性、低温放電特性に優れ、非水電解液の界面抵抗が低く、更に溶媒としてホスファゼン誘導体のみを用いることにより、長期安定性に優れ、容易に製造可能な非水電解液二次電池を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するための手段としては、以下の通りである、即ち、

<1> 正極と、負極と、支持塩及び 25℃における比誘電率が小さくとも 15 で、かつ、粘度が大きくとも 20 mPa・s (20 cP) のホスファゼン誘導体を含有

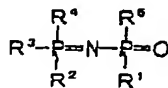
する非水電解液と、を有することを特徴とする非水電解液二次電池である。＜2＞ ホスファゼン誘導体の25℃における比誘電率が、小さくとも30である前記＜1＞に記載の非水電解液二次電池である。

【0011】＜3＞ ホスファゼン誘導体の引火点が、100℃以上である前記＜1＞又は＜2＞に記載の非水電解液二次電池である。

＜4＞ ホスファゼン誘導体が、下記一般式（1）で表わされる前記＜1＞から＜3＞のいずれかに記載の非水電解液二次電池である。

一般式（1）

【化2】



但し、一般式（1）において、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、及び、 R^5 は、炭素数1～8のアルコキシ基又はエーテル結合を含む基を表す。

【0012】＜5＞ ホスファゼン誘導体が、分子構造中に、ハロゲン元素を含む置換基を有する前記＜1＞から＜4＞のいずれかに記載の非水電解液二次電池である。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。本発明の非水電解液二次電池は、正極と、負極と、非水電解液と、を有し、必要に応じてその他の部材を有する。

【0014】〔正極〕前記正極の材料としては、特に制限はなく、公知の正極材料から適宜選択して使用できる。例えば、 V_2O_5 、 V_6O_{13} 、 MnO_2 、 MoO_3 、 $LiCoO_2$ 、 $LiNiO_2$ 、 $LiMn_2O_4$ 等の金属酸化物、 TiS_2 、 MoS_2 等の金属硫化物、ポリアニリン等の導電性ポリマー等が好適に挙げられ、これらの中でも、高容量で安全性が高く電解液の滯れ性に優れる点で、 $LiCoO_2$ 、 $LiNiO_2$ 、 $LiMn_2O_4$ が特に好適である。これらの材料は、1種単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。

【0015】前記正極の形状としては、特に制限はなく、電極として公知の形状の中から適宜選択することができる。例えば、シート状、円柱形状、板状形状、スパイラル形状等が挙げられる。

【0016】〔負極〕前記負極は、例えば、リチウム又はリチウムイオン等を吸蔵・放出可能である。従ってその材料としては、リチウム又はリチウムイオン等を吸蔵・放出可能であれば特に制限はなく、公知の負極材料から適宜選択して使用できる。例えばリチウムを含む材料、具体的には、リチウム金属自体、リチウムと、アルミニウム、インジウム、鉛、又は、亜鉛等との合金、リチウムをドーブした黒鉛等の炭素材料等が好適に挙げられ、これらの中でも安全性がより高い点で黒鉛等の炭素

材料が好ましい。これらの材料は、1種単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。前記負極の形状としては、特に制限はなく、前記正極の形状と同様の公知の形状から適宜選択することができる。

【0017】〔非水電解液〕前記非水電解液は、支持塩及びホスファゼン誘導体を含有し、必要に応じてその他の成分を含有する。

【0018】－支持塩－

前記支持塩としては、例えば、リチウムイオンのイオン源等が好ましく、該リチウムイオンのイオン源としては、例えば、 $LiClO_4$ 、 $LiBF_4$ 、 $LiPF_6$ 、 $LiCF_3SO_3$ 、及び、 $LiAsF_6$ 、 $LiC_4F_9SO_3$ 、 $Li(CF_3SO_2)_2N$ 、 $Li(C_2F_5SO_2)_2N$ 等のリチウム塩が好適に挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。

【0019】前記支持塩の前記非水電解液に対する配合量としては、前記非水電解液（溶媒成分）1kgに対し、0.2～1モルが好ましく、0.5～1モルがより好ましい。前記配合量が、0.2モル未満の場合には、非水電解液の十分な導電性を確保できず、電池の充放電特性に支障をきたすことがある一方、1モルを超える場合には、非水電解液の粘度が上昇し、前記リチウムイオン等の十分な移動度が確保できないため、前述と同様に非水電解液の十分な導電性を確保できず、電池の充放電特性に支障をきたすことがある。

【0020】－ホスファゼン誘導体－

前記非水電解液が、ホスファゼン誘導体を含有する理由としては、以下の通りである。従来、非水電解液二次電池における非水電解液に用いられている非プロトン性有機溶媒をベースとした非水電解液においては、短絡時等に大電流が急激に流れ、電池が異常に発熱した際に、気化・分解してガスが発生したり、発生したガスにより電池の破裂・発火が起こることがあるため危険性が高い。

【0021】一方、非水電解液として、ホスファゼン誘導体が含有されていれば、ホスファゼン誘導体から誘導される窒素ガス等の作用によって、優れた自己消火性ないし難燃性を発現し得るため、前述のような危険性を低減することが可能となる。

【0022】尚、本発明において、自己消火性とは、下記自己消火性の評価方法において、着火した炎が25～100mmラインで消火し、かつ、落下物にも着火が認められない状態となる性質をいう。又、難燃性とは、下記難燃性の評価方法において、着火した炎が25mmラインまで到達せず、かつ、落下物にも着火が認められない状態となる性質をいう。

【0023】－自己消火性・難燃性の評価方法－

前記自己消火性・難燃性の評価は、UL（アンダーライティングラボラトリー）規格のUL94HB法をアレンジした方法を用い、大気環境下において着火した炎の燃焼挙動を測定・評価した。その際、着火性、燃焼性、炭

化物の生成、二次着火時の現象についても観察した。具体的には、UL試験基準に基づき、不燃性石英ファイバーに1.0mlの各種電解液を染み込ませ、127mm×12.7mmの試験片を作製して行った。

【0024】前記ホスファゼン誘導体の25℃における比誘電率としては、小さくとも15であることが必要とされ、15～90が好ましく、30～90がより好ましい。

【0025】前記比誘電率が、15未満の場合には、前記リチウムイオンのイオン源となるリチウム塩が解離し難くなり、非水電解液中の自由イオンの数が少なくなるため、非水電解液に十分な導電性を付与することができず、非水電解液二次電池の電池容量が小さくなってしま

う。
【0026】尚、前記比誘電率は、インピーダンスアナライザー装置（ファンクションジェネレーター、ソーラトロン社製）を用い、平行平板コンデンサー電極により、下記測定条件で測定して得られた値である。

—測定条件—

ステンレス製の容量3mlの平行平板コンデンサー電極ユニットを用い、非水電解液の容量が0mlの時、及び、非水電解液が3ml充填された時のコンデンサ容量（それぞれC₀、C）を求めた。ここで、 $\epsilon = \epsilon \cdot S / d$ 、 $C_0 = \epsilon_0 \cdot S / d$ であり、比誘電率は、 $\epsilon_r = \epsilon / \epsilon_0 = C / C_0$ で求めることができる。

【0027】前記ホスファゼン誘導体の25℃における粘度としては、大きくとも20mPa・s（20cP）であることが必要とされ、大きくとも10mPa・s（10cP）が好ましい。前記粘度が、前記数値範囲内であれば、非水電解液に他の低粘度の共溶媒を併用しなくとも十分な導電性を付与し得る。従って、長期に亘って安定した非水電解液二次電池を容易に製造することが可能となる。

【0028】前記非水電解液二次電池の容量としては、LiCoO₂を正極とした場合、充放電容量（mAh/g）で、140～145（mAh/g）が好ましく、143～145（mAh/g）がより好ましい。尚、前記充放電容量は、公知の測定方法、例えば、半開放型セルあるいは、密閉型コインセル（日刊工業新聞社発行、リチウムイオン2次電池、芳尾真幸参照）を用い、充放電試験を行い、充電電流（mA）、時間（t）、及び、極材重量（g）より、容量を求める方法によって測定することができる。

【0029】前記ホスファゼン誘導体の引火点としては、発火の抑制等の点で、100℃以上が好ましく、150℃以上がより好ましい。

【0030】前記ホスファゼン誘導体としては、分子構造中にハロゲン元素を含む置換基を有するのが好ましい。前記分子構造中に、ハロゲン元素を含む置換基を有すれば、前記ホスファゼン誘導体から誘導されるハロゲ

ンガスによって、より効果的に、前記非水電解液に自己消火性ないし難燃性を発現させることが可能となる。

【0031】また、置換基にハロゲン元素を含む化合物においてはハロゲンラジカルの発生が問題となることがあるが、本発明における前記ホスファゼン誘導体は、分子構造中のリン元素がハロゲンラジカルを捕捉し、安定なハロゲン化リンを形成するため、このような問題は発生しない。

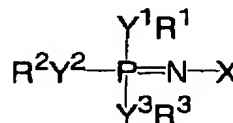
【0032】前記ハロゲン元素のホスファゼン誘導体における含有量としては、2～80重量%が好ましく、2～60重量%がより好ましく、2～50体積%が更に好ましい。前記含有量が、2重量%未満では、ハロゲン元素を含有させることによる効果が有効に現われないことがある一方、80重量%を超えると、粘度が高くなるため、これを非水電解液に添加した場合に、非水電解液の導電率が低下することがある。前記ハロゲン元素としては、フッ素、塩素、臭素等が好適であり、これらの中でも、特にフッ素が好ましい。

【0033】前記ホスファゼン誘導体としては、常温（25℃）において液体であれば、特に制限はないが、例えば下記一般式（2）で表される鎖状ホスファゼン誘導体が好適である。

【0034】通常、比誘電率の高い溶媒は高粘度である場合が多いため、かかる溶媒を非水電解液に用いるには、低粘度の共溶媒を所定量含有させて、非水電解液を低粘度化する必要がある。一方、本発明において用いるホスファゼン誘導体は、比誘電率が高く、かつ、低粘度であるため、特に低粘度化を目的として他の共溶媒を用いる必要はない。このため、非水電解液の作製が容易であると共に、溶媒の層分離等が起こらないことから、長期に亘って安定した非水電解液二次電池の製造が可能となる。

【0035】一般式（2）

【化3】



但し、一般式（2）において、R¹、R²、及び、R³は、一価の置換基又はハロゲン元素を表す。Xは、炭素、ケイ素、ゲルマニウム、スズ、窒素、リン、ヒ素、アンチモン、ビスマス、酸素、イオウ、セレン、テルル、及び、ポロニウムからなる群から選ばれる元素の少なくとも1種を含む有機基を表す。Y¹、Y²、及び、Y³は、2価の連結基、2価の元素、又は、単結合を表す。

【0036】一般式（2）において、R¹、R²、及び、R³としては、一価の置換基又はハロゲン元素であれば特に制限はなく、一価の置換基としては、アルコキシ

基、アルキル基、カルボキシル基、アシル基、アリール基等が挙げられる。又、ハロゲン元素としては、例えば前述のハロゲン元素が好適に挙げられる。これらの中でも、特に前記非水電解液を低粘度化し得る点で、アルコキシ基等が好ましい。R¹~R³は、総て同一の種類の置換基でもよく、それらのうちのいくつかが異なる種類の置換基でもよい。

【0037】一般式(2)において、前記アルコキシ基としては、例えばメトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等や、メトキシエトキシ基、メトキシエトキシエトキシ基等のアルコキシ置換アルコキシ基等が挙げられる。これらの中でも、R¹~R³としては、総てがメトキシ基、エトキシ基、メトキシエトキシ基、又は、メトキシエトキシエトキシ基が好適であり、低粘度・高誘電率の観点から、総てがメトキシ基又はエトキシ基であるのが特に好適である。

【0038】一般式(2)において、前記アルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基等が挙げられる。前記アシル基としては、ホルミル基、アセチル基、プロピオニル基、ブチリル基、イソブチリル基、バレリル基等が挙げられる。前記アリール基としては、フェニル基、トリル基、ナフチル基等が挙げられる。

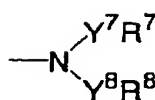
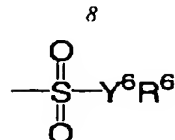
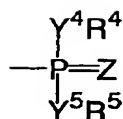
【0039】これらの置換基中の水素元素は、前述のようにハロゲン元素で置換されているのが好ましい。

【0040】一般式(2)において、Y¹、Y²、及び、Y³で表される基としては、例えば、CH₂基のほか、酸素、硫黄、セレン、窒素、ホウ素、アルミニウム、スカンジウム、ガリウム、イットリウム、インジウム、ランタン、タリウム、炭素、ケイ素、チタン、スズ、ゲルマニウム、ジルコニウム、鉛、リン、バナジウム、ヒ素、ニオブ、アンチモン、タンタル、ビスマス、クロム、モリブデン、テルル、ポロニウム、タングステン、鉄、コバルト、ニッケル等の元素を含む基が挙げられ、これらの中でも、CH₂基、及び、酸素、硫黄、セレン、窒素の元素を含む基等が好ましい。特に、Y¹、Y²、及び、Y³が、硫黄、セレンの元素を含む場合には、非水電解液の難燃性が格段に向上するため好ましい。Y¹~Y³は、総て同一種類でもよく、いくつか互いに異なる基でもよい。

【0041】一般式(2)において、Xとしては、有害性、環境等への配慮の観点からは、炭素、ケイ素、窒素、リン、酸素、及び、イオウからなる群から選ばれる元素の少なくとも1種を含む有機基が好ましく、以下の一般式(3)で表される構造を有する有機基がより好ましい。

【0042】一般式(3)

【化4】



有機基(A) 有機基(B) 有機基(C)

但し、一般式(3)において、R⁴~R⁸は、一価の置換基又はハロゲン元素を表す。Y⁴~Y⁸は、2価の連結基、2価の元素、又は単結合を表し、Zは2価の基又は2価の元素を表す。

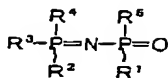
【0043】一般式(3)において、R⁴~R⁸としては、一般式(2)におけるR¹~R³で述べたのと同様の一価の置換基又はハロゲン元素がいずれも好適に挙げられる。又、これらは、同一有機基内において、それぞれ同一の種類でもよく、いくつか互いに異なる種類でもよい。R⁴とR⁵とは、及び、R⁷とR⁸とは、互いに結合して環を形成していてもよい。一般式(3)において、Y⁴~Y⁸で表される基としては、一般式(2)におけるY¹~Y³で述べたのと同様の2価の連結基又は2価の基等が挙げられ、同様に、硫黄、セレンの元素の場合には、非水電解液の難燃性が格段に向上するため特に好ましい。これらは、同一有機基内において、それぞれ同一の種類でもよく、いくつか互いに異なる種類でもよい。一般式(3)において、Zとしては、例えば、CH₂基、CHR(Rは、アルキル基、アルコキシ基、フェニル基等を表す。以下同様。)基、NR基のほか、酸素、硫黄、セレン、ホウ素、アルミニウム、スカンジウム、ガリウム、イットリウム、インジウム、ランタン、タリウム、炭素、ケイ素、チタン、スズ、ゲルマニウム、ジルコニウム、鉛、リン、バナジウム、ヒ素、ニオブ、アンチモン、タンタル、ビスマス、クロム、モリブデン、テルル、ポロニウム、タングステン、鉄、コバルト、ニッケル等の元素が挙げられ、これらの中でも、CH₂基、CHR基、NR基のほか、酸素、硫黄、セレンの元素が好ましい。特に、硫黄、セレンの元素である場合には、非水電解液の難燃性が格段に向上するため好ましい。

【0044】一般式(3)において、有機基としては、特に効果的に自己消火性ないし難燃性を付与し得る点で、有機基(A)で表されるようなリンを含む有機基が特に好ましい。また、有機基が、有機基(B)で表されるようなイオウを含む有機基である場合には、非水電解液の界面抵抗の点で特に好ましい。

【0045】前記一般式(2)~(3)におけるR¹~R⁸、Y¹~Y⁸、Zを適宜選択することにより、より好適な粘度、導電性の非水電解液の合成が可能となるが、これらの中でも、本発明においては、低粘度・高誘電率のホスファゼン誘導体を用いる必要があり、かかる観点から、下記一般式(1)で表されるホスファゼン誘導体がより好ましい。

【0046】一般式(1)

【化5】



ただし、一般式(1)において、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、及び、 R^5 は、炭素数1～8のアルコキシ基又はエーテル結合を含む基を表わす。

【0047】一般式(1)において、前記アルコキシ基としては、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等が挙げられる。又、前記エーテル結合を含む基としては、メトキシエトキシ基、メトキシエトキシエトキシ基等のアルコキシ基置換アルコキシ基等が挙げられる。これらの中でも、低粘度・高誘電率の観点から、総てがメトキシ基又は総てがエトキシ基であるのが特に好ましい。一般式(1)において、前記アルコキシ基又はエーテル結合を含む基中の水素元素は、前述のハロゲン元素で置換されているのが好ましい。以上述べたホスファゼン誘導体は、1種単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。

【0048】〔その他の部材〕前記その他の部材としては、非水電解液二次電池において、正負極間に、両極の接触による電流の短絡を防止する役割で介在させるセパレーターが挙げられる。前記セパレーターの材質としては、両極の接触を確実に防止し得、かつ、電解液を通したり含んだりできる材料、例えば、ポリテトラフルオロエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレン等の合成樹脂製の不織布、薄層フィルム等が好適に挙げられる。これらの中でも、厚さ20～50 μ m程度のポリプロピレン又はポリエチレン製の微孔性フィルムが特に好適である。

【0049】前記セパレーターのほか、前記その他の部材としては、通常電池に使用されている公知の各部材が好適に挙げられる。

【0050】以上説明した本発明の非水電解液二次電池の形態としては、特に制限はなく、コインタイプ、ボタンタイプ、ペーパータイプ、角型又はスパイラル構造の円筒型電池等、種々の公知の形態が好適に挙げられる。前記スパイラル構造の場合、例えば、シート状の正極を作製して集電体を挟み、これに、負極(シート状)を重ね合わせて巻き上げる等により非水電解液二次電池を作製することができる。

【0051】以上説明した本発明の非水電解液二次電池は、電池として必要とされる電池容量等の電池特性を維持しつつ、自己消火性ないし難燃性、耐劣化性、長期安定性に優れ、非水電解液の界面抵抗が低く、容易に製造可能で、低温放電特性に優れる。

【0052】

【実施例】以下、実施例と比較例を示し、本発明を具体的に説明するが、本発明は下記の実施例に何ら限定され

るものではない。

(実施例1)

〔非水電解液の調製〕ホスファゼン誘導体(鎖状EO型ホスファゼン誘導体(前記一般式(2)において、Xが、一般式(3)で表される有機基(A)の構造であり、 $Y^1 \sim Y^5$ が総て単結合であり、 $R^1 \sim R^5$ が、総てエトキシ基であり、Zが酸素である化合物、25℃における粘度:5.8mPa \cdot s(5.8cP)、引火点:155℃)の50mlに、LiPF₆(リチウム塩)を0.5mol/kgの濃度で溶解させ、非水電解液を調製した。尚、本実施例で用いた前記ホスファゼン誘導体の25℃における比誘電率を、前述の測定装置を用いて、前述の条件により測定・算出したところ、18.5であった。

【0053】—自己消火性ないし難燃性の評価—
得られた非水電解液について、前述の「自己消火性・難燃性の評価方法」と同様にして、下記に示すように評価を行った。結果を表1に示す。

【0054】<難燃性の評価>着火した炎が、装置の25mmラインまで到達せず、かつ網からの落下物にも着火が認められなかった場合を難燃性ありと評価した。
<自己消火性の評価>着火した炎が、25～100mmラインの間で消火し、かつ、網落下からの落下物にも着火が認められなかった場合を自己消火性ありと評価した。

<燃焼性の評価>着火した炎が、100mmラインを超えた場合を燃焼性ありと評価した。

【0055】〔非水電解液二次電池の作製〕化学式LiCoO₂で表されるコバルト酸化物を正極活物質として用い、LiCoO₂100部に対して、アセチレンブラック(導電助剤)を10部、テフロン(登録商標)バインダー(結着樹脂)を10部添加し、有機溶媒(酢酸エチルとエタノールとの50/50体積%混合溶媒)で混練した後、ロール圧延により厚さ100 μ m、幅40mmの薄層状の正極シートを作製した。その後、得られた正極シート2枚を用いて、表面に導電性接着剤を塗布した、厚さ25 μ mのアルミニウム箔(集電体)を挟み込み、これに厚さ25 μ mのセパレーター(微孔性フィルム:ポリプロピレン性)を介在させ、厚さ150 μ mのリチウム金属箔(負極材料)を重ね合わせて巻き上げ、円筒型電極を作製した。該円筒型電極の正極長さは約260mmであった。

【0056】前記円筒型電極に、前記非水電解液を注入して封止し、単三型リチウム電池を作製した。

【0057】—充放電容量の測定、長期安定性の評価—
得られた非水電解液二次電池について、前述の「充放電容量の測定方法」と同様にして、20℃において、初期及び20サイクル充電・放電後の充放電容量(mAh/g)を測定し、長期安定性の評価とした。結果を表1に示す。

【0058】—低温放電特性の評価（低温放電容量の測定）—

得られた非水電解液二次電池について、上限電圧4.5V、下限電圧3.0V、放電電流100mA、充電電流50mAの条件で、50サイクルまで充放電を繰り返した。この時、充電は20℃にて行い、放電は、低温（-20℃、-10℃）にて行った。この時の低温における放電容量を、20℃における放電容量と比較し、下記式より放電容量減少率を算出した。結果を表1に示す。

式：放電容量減少率＝ $100 - \left(\frac{\text{低温放電容量}}{\text{放電容量（20℃）}} \right) \times 100$ （%）

【0059】（実施例2）実施例1の「非水電解液の調製」において、前記ホスファゼン誘導体（鎖状EO型ホスファゼン誘導体（前記一般式（2）において、Xが、一般式（3）で表される有機基（A）の構造であり、Y¹～Y⁵が総て単結合であり、R¹～R⁵が、総てエトキシ基であり、Zが酸素である化合物））を、ホスファゼン誘導体（鎖状MO型ホスファゼン誘導体（前記一般式（2）において、Xが、一般式（3）で表される有機基（A）の構造であり、Y¹～Y⁵が総て単結合であり、R¹～R⁵が、総てメトキシ基であり、Zが酸素である化合物、25℃における粘度：4.8mPa・s（4.8cP）、引火点：150℃））に代えた外は、実施例1と同様に非水電解液を調製し、自己消火性ないし難燃性の評価を行った。尚、本実施例で用いた前記ホスファゼン誘導体の25℃における比誘電率を、前述の測定装置を用いて、前述の条件により測定・算出したところ、18.0であった。又、実施例1と同様にして非水電解液二次電池を調製し、充放電容量の測定を行って長期安定性を評価し、更に低温放電特性を評価した。結果を表1に示す。

【0060】（実施例3）実施例1の「非水電解液の調製」において、ホスファゼン誘導体を、ホスファゼン誘導体（鎖状EO型ホスファゼン誘導体（前記一般式（2）において、Xが、一般式（3）で表される有機基（A）の構造であり、Y¹～Y⁵が総て単結合であり、R¹～R⁵が、総てエトキシ基であり、Zが酸素である化合物））におけるエトキシ基中の水素元素をフッ素で置換（フッ素元素のホスファゼン誘導体における含有量：12.4重量%）したホスファゼン誘導体（25℃にお

る粘度：11.4mPa・s（11.4cP）、引火点：257℃、）に代えたほかは、実施例1と同様に非水電解液を調製し、自己消火性ないし難燃性の評価を行った。尚、本実施例で用いた前記ホスファゼン誘導体の25℃における比誘電率を、前述の測定装置を用いて、前述の条件により測定・算出したところ、39であった。又、実施例1と同様にして非水電解液二次電池を作製し、充放電容量の測定を行って長期安定性を評価し、更に低温放電特性を評価した。結果を表1に示す。

【0061】（比較例1）実施例1の「非水電解液の調製」において、ホスファゼン誘導体（鎖状EO型ホスファゼン誘導体（前記一般式（2）において、Xが、一般式（3）で表される有機基（A）の構造であり、Y¹～Y⁵が総て単結合であり、R¹～R⁵が、総てエトキシ基であり、Zが酸素である化合物））を、ホスファゼン誘導体（環状ME型ホスファゼン誘導体（下記構造式において、Rが総てメトキシエトキシエトキシ基である化合物、25℃における粘度：59.6mPa・s（59.6cP）））に代えたほかは、実施例1と同様に非水電解液を調製し、自己消火性ないし難燃性の評価を行った。また、実施例1と同様にして非水電解液二次電池を作製し、充放電容量の測定を行って、長期安定性の評価、低温放電特性の評価を行ったところ、ホスファゼン誘導体の粘度が高過ぎて、導電率が低く、充放電容量の値も不十分であった。結果を表1（比較例1-1）に示す。尚、本比較例で用いた前記ホスファゼン誘導体の25℃における比誘電率を、前述の測定装置を用いて、前述の条件により測定・算出したところ、10.0であった。

【0062】（PNR₂）₃・・・構造式

【0063】一方、得られた非水電解液に、ジエチルカーボネート（25℃における粘度：0.75mPa・s（0.75cP））を30体積%含有させ、非水電解液を作製した後、上記と同様にして非水電解液二次電池を作製し、充放電容量の測定により、長期安定性の評価を行ったところ、非水電解液の低粘度化により、優れた導電率・充放電容量の値を示した。また、これらの低温放電特性を評価した。結果を表1（比較例1-2）に示す。

【0064】

【表1】

13

14

	ホスファゼン誘導体の比誘電率	電池の充放電容量(mAh/g)の測定		低温放電特性の評価(50サイクル後の放電容量減少率)		自己消火性ないし難燃性の評価
		初期充電・放電後	20サイクル充電・放電後	放電時の温度:-10℃	放電時の温度:-20℃	
実施例1	18.5	145	143	40%以下	70%以下	難燃性
実施例2	18.0	145	143	40%以下	70%以下	難燃性
実施例3	39.0	145	140	40%以下	70%以下	難燃性
比較例1-1	10.0	93	55	40%以下	70%以下	難燃性
比較例1-2		145	140	40%以下	70%以下	自己消火性

【0065】

【発明の効果】本発明によれば、電池として必要とされる電池容量等の電池特性を維持しつつ、自己消火性ないし難燃性、耐劣化性、低温放電特性に優れ、非水電解液

の界面抵抗が低く、更に溶媒としてホスファゼン誘導体のみを用いることにより、長期安定性に優れ、容易に製造可能な非水電解液二次電池を提供することができる。

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H029 AJ02 AJ04 AJ14 AK02 AK03
AK05 AK18 AL06 AL07 AL12
AL18 AM02 AM07 DJ09 HJ02
HJ10 HJ14 HJ20